



## PAPARAN TIMBAL UDARA TERHADAP TIMBAL DARAH, HEMOGLOBIN, CYSTATIN C SERUM PEKERJA PENGECATAN MOBIL

Muliyadi<sup>1✉</sup>, H.J. Mukono<sup>2</sup>, Haryanto Notopuro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magister Kesehatan Lingkungan, FKM, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Kesehatan Lingkungan, FKM, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima 23 Oktober 2014

Disetujui 25 November 2015

Dipublikasikan Juli 2013

#### Keywords:

Lead; Hemoglobin;

Cystatin C

#### DOI

<http://dx.doi.org/10.15294/kemas.v11i1.3519>

### Abstrak

Timbal mempengaruhi sistem hematologis, saraf, urinaria, reproduksi, endokrin, dan jantung. Tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh timbal udara terhadap timbal darah dan pengaruh timbal darah terhadap hemoglobin, cystatin C serum dan keluhan kesehatan. Penelitian dilakukan pada tahun 2015. Jenis penelitian observasional (*cross sectional study*). Populasi penelitian yaitu kelompok penelitian dan pembandingan dengan sampel 12 masing-masing kelompok. Analisis data menggunakan uji regresi linier ganda dan regresi logistik. Hasil penelitian menunjukkan ada pengaruh timbal udara dengan timbal darah ( $\beta=0,667;p=0,000$ ), ada pengaruh timbal darah dengan Hemoglobin ( $\beta=-0,609;p=0,008$ ), ada pengaruh timbal darah dengan Cystatin C ( $\beta=0,348;p=0,035$ ) dan tidak ada pengaruh timbal darah dengan gangguan pencernaan ( $\beta=0,004;p=0,990$ ), ada pengaruh timbal darah dengan gangguan ginjal ( $\beta=0,572;p=0,038$ ), ada pengaruh timbal darah dengan gangguan hematologis ( $\beta=0,816;p=0,020$ ), tidak ada pengaruh timbal darah dengan gangguan SSP ( $\beta=-0,022;p=0,944$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa timbal darah dipengaruhi oleh timbal di udara, hemoglobin dan cystatin C dipengaruhi oleh timbal darah serta gangguan hematologis dan gangguan ginjal dipengaruhi oleh timbal darah.

## EXPOSURE OF AERIAL LEAD TO BLOOD LEAD, HEMOGLOBIN, SERUM CYSTATIN C ON PAINTING CARS WORKER

### Abstract

Lead affects the haematological system, nervous, urinary, reproductive, endocrine, and cardiovascular. Research purposes to analyze the effect air lead to blood lead and blood lead effect on hemoglobin, serum cystatin C and health complaints. The study was conducted in 2015. Type of study, observational (*cross-sectional*). Research population, Research and comparison with 12 samples each group. Data analysis using multiple linear and logistic regression. Results showed there effect air lead to blood lead ( $\beta=0.667;p=0.000$ ). There effect blood lead with Hemoglobin ( $\beta=-0.609;p=0.008$ ). there effect blood lead with Cystatin C ( $\beta=0.348;p=0.035$ ). There is no effect blood lead with digestive disorders ( $\beta=0.004;p=0.990$ ). there effect blood lead with renal impairment ( $\beta=0.572;p=0.038$ ). there effect blood lead with haematological disorders ( $\beta=0.816;p=0.020$ ). There is no effect blood lead with CNS disorders ( $\beta=-0.022;p=0.944$ ). The results showed, blood lead is affected by lead air, Hemoglobin and Cystatin C is affected by blood lead and hematological disorders and kidney disorders are affected by blood lead.

## Pendahuluan

Saat ini, pigmen yang mengandung Pb yang paling umum digunakan dalam cat meliputi Pb kromat ( $\text{PbCrO}_4$ ), Pb kromat molibdat ( $\text{Pb}_2\text{Cr}_2\text{H}_2\text{O}_{11}$ ), dan Pb sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ). Pb kromat dibuat dalam beragam struktur kristal untuk menghasilkan warna yang berbeda - beda, di antaranya "chrome yellow" (kuning tua), "middle chrome" (kuning kemerahan) dan "orange chrome" (oranye). Pb kromat molibdat menghasilkan pigmen merah cerah. Campuran Pb kromat dengan Pb sulfat dan senyawa lain menghasilkan banyak warna misalnya "primrose chrome" (kuning pucat kehijauan), "lemon chrome" (kuning kehijauan agak kemerahan), dan "chrome green" (campuran Pb kromat dan besi biru). Senyawa Pb juga dapat digunakan sebagai agen pengering dan katalis pada cat berdasar minyak, agar cat lebih cepat kering dan tersebar merata. Agen anti - korosi berdasar Pb kadang digunakan dalam cat yang berfungsi menghambat perkaratan pada permukaan logam, dengan umumnya berupa Pb tetroksida yang kadang disebut Pb merah atau minium. Senyawa penghambat korosi bebas Pb pun bisa didapatkan (Clark, 2009)

Salah satu bahan pencemar udara yang paling berbahaya adalah timbal. Timbal sering juga disebut dengan timah hitam (Pb; *lead*). Timbal merupakan metal yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia yang berlangsung seumur hidup karena timbal berakumulasi dalam tubuh manusia. Dalam kasus paparan polusi timbal dalam dosis rendah sekalipun ternyata dapat menimbulkan gangguan pada tubuh tanpa menunjukkan gejala klinik (Naurot, 2006). Timbal juga terbukti meningkatkan jumlah kematian pada penderita penyakit jantung. Sampai saat ini belum dapat ditentukan berapa kadar terendah dari timbal dalam tubuh yang aman untuk kesehatan (Spivey, 2007).

Kota Surabaya merupakan kota terbesar ke dua setelah Jakarta hal ini tentunya akan meningkatkan jumlah kendaraan dan aktivitas di daerah Surabaya. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan maka akan berdampak juga pada peningkatan industri atau jasa yang bergerak di bidang otomotif seperti bengkel pengecatan, dari hasil studi pendahuluan

beberapa bengkel pengecatan mobil di Surabaya memiliki kondisi yang kurang baik dalam hal kepemilikan lubang udara seperti yang terjadi pada bengkel pengecatan mobil di lokasi penelitian sehingga hal ini menimbulkan potensi risiko terpapar bahan berbahaya yang ada pada bengkel pengecatan mobil yaitu salah satunya Pb yang bersumber dari pigmen Cat dan zat pengering cat.

Dari hasil survei pendahuluan diketahui bahwa pekerja pengecatan mobil di lokasi penelitian seluruhnya tidak menggunakan APD yang terstandar SNI sehingga sehingga hal ini berpotensi besar untuk keterpaparan Pb yang dapat menimbulkan efek kronis hal ini di karenakan Pb yang masuk melalui saluran pernapasan dan saluran pencernaan dapat masuk ke dalam darah dan berikatan dengan eritrosit dan di metabolisme oleh tubuh ke dalam tubulus proksimal sehingga hal ini dapat mengganggu fungsi ginjal itu sendiri, selain itu Pb yang masuk ke dalam darah akan menghambat sintesa heme sehingga akan mengurangi produksi Hb darah yang dapat berakibat pada munculnya gangguan kesehatan lainnya.

Banyak industri yang menggunakan Pb sebagai bahan baku misalnya industri battery dan aki serta banyak pula industri yang menghasilkan produk yang mengandung Pb misalnya industri cat dan bahan pewarna lainnya (Sudarmaji, 2006). 11 sampel dari cat rumah yang di beli oleh salah seorang anggota organisasi Indonesia pada *International POPs Elimination Network*, dari took grosir di Indonesia yang bis diperoleh untuk publik pada tahun 2009. Pembelian selanjutnya, kaleng cat telah di kirim ke Cincinnati, dibuka, di aduk dan di cat dengan menggunakan kuas kayu yang belum di buka. Setiap alat pengaduk dan kuas yang di pakai hanya digunakan sekali. Kepingan cat dari daerah pengukuran kayu dipindahkan dengan hati-hati dengan menggunakan mata pisau, dan dikirim ke lab untuk di analisa. Cat tersebut di buat oleh empat perusahaan yang berbeda, kurang lebih satu sampel dari dua diantaranya di temukan memiliki kandungan timbal besar dari 1%. Rata-rata timbal dari 11 sampel tersebut adalah 1.5%. timbal di dalam cat sekitar 0.06% (Clark, 2009).

Ginjal memiliki kapasitas yang lebih

tinggi untuk mengikat bahan kimia, oleh karena itu bahan kimia lebih banyak terkandung di dalam organ ginjal jika dibandingkan dengan organ lainnya (Mukono, 2010). Walaupun berat ginjal hanya sekitar 0,5% dari total berat badan, tetapi ginjal menerima darah sebesar 20%- 25% dari curah jantung melalui arteri renalis. Tingginya aliran darah yang menuju ginjal inilah yang menyebabkan berbagai macam obat, bahan kimia, dan logam-logam berat dalam sirkulasi sistemik dikirim ke ginjal dalam jumlah yang besar. Zat-zat toksik ini akan terakumulasi di ginjal dan menyebabkan kerusakan bagi ginjal itu sendiri.

Berdasarkan penelitian Rizkiyawati (2012), menyatakan bahwa ada hubungan antara kadar Timbal dalam darah dengan kadar Hemoglobin darah pada tukang becak di Pasar Mranggen Demak ( $p=0,041$ ). Penelitian Mifbakhudin (2007), juga menyatakan bahwa ada hubungan yang signifikan antara kadar Timbal dalam darah dengan kadar Hemoglobin ( $p < 0,05$ ).

Adapun Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh timbal udara terhadap timbal darah dan pengaruh timbal darah terhadap hemoglobin, cystatin C serum dan keluhan kesehatan.

## Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dengan subyek penelitian pekerja bengkel pengecatan mobil dengan menggunakan uji laboratorium dan kuisioner dengan desain observasional dengan menggunakan pendekatan *cross-sectional*. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan simple random sampling yang berarti memilih sampel secara acak, pengambilan sampel darah dilakukan oleh analis kesehatan dari laboratorium yang mengambil sampel darah pekerja administratif dan bagian bengkel masing-masing sebanyak 12 orang per kelompok, sampel yang diambil adalah yang memenuhi kriteria inklusi yaitu Laki – laki, Tidak memiliki riwayat DM, Tidak memiliki penyakit ginjal kronis sebelum di terima bekerja, Masa kerja > 5 tahun, Tidak menggunakan APD, tidak ada riwayat penyakit anemia sebelum di terima bekerja, Tidak sedang dalam kondisi pendarahan (mimisan,

batuk berdarah, kulit terluka, keluar darah dari organ vital).

Teknik pengumpulan data dengan cara wawancara menggunakan kuisioner tentang keluhan kesehatan, umur, kebiasaan merokok serta status gizi dan melakukan observasi tentang luas ventilasi, pencahayaan, luas ruangan bengkel dan administratif serta pengambilan sampel darah oleh pihak laboratorium, yang kemudian sampel darah tersebut di analisis Pb darah, Hb darah dan kadar Cystatin C serum.

Sumber data dalam penelitian ini merupakan data primer keseluruhan, dimana data tersebut langsung di ambil pada saat penelitian berupa data umur, status gizi, kebiasaan merokok, luas ruangan, luas ventilasi dan pencahayaan serta sampel darah yang kemudian di analisis di laboratorium.

Cara analisis data menggunakan regresi linier ganda dan regresi logistik dengan menggunakan program pengolahan data. Adapun variabel yang akan diukur adalah Kadar Pb udara dengan menggunakan *Gas Chromatography* metode *flame AAS* (NIOSH *methode* 7082-2003), Pb darah diukur dengan menggunakan metode AAS, hemoglobin darah diukur menggunakan *cyanmethemoglobin* dan cystatin C serum dengan menggunakan metode ELISA.

Pengukuran kadar Pb dalam darah dilakukan dengan cara yaitu sampel darah sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam cangkir porselin yang sudah ditimbang terlebih dahulu, kemudian ditambah 5 mL asam nitrat pekat dan asam pengabuan (campuran 25 g kalium sulfat dengan 100 mL asam nitrat pekat). Dipanaskan dalam *furnace* pada suhu 400°C, sampai diperoleh serbuk berwarna putih, kemudian ditambahkan dengan aquades sebanyak 10 mL, kemudian dipanaskan berulang ulang sampai asam nitratnya habis. Kandungan timbal dalam darah dapat dibaca dengan menggunakan AAS.

Pengukuran kadar Hb darah dengan metode *cyanmethemoglobin*. Dibuat larutan Drabkin's dengan mencampur: Sodium bikarbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 1,0 g, Potassium Cyanida (KCN) 50,0 mg, Potassium ferricyanida ( $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) 200,0 mg. Dicampur dengan air suling sampai mencapai 1000 mL. Pengukuran Hb dengan alat spektrofotometri,

sebagai berikut: larutan Drabkin's sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam kuvet yang sudah bersih dan kering, lalu ditambahkan sampel darah sebanyak 0,02 mL yang diambil dengan menggunakan pipet sahli dan dibiarkan selama 3 menit. Dilihat dengan spektrofotometri pada panjang gelombang 540 nm. Larutan Drabkin's digunakan sebagai blanko sampai menunjukkan angka 100. Hasil pembacaan pada jarum penunjuk dikalikan dengan 36,8 (g Hb/dl).

Pemeriksaan Cystatin C serum. Pemeriksaan ini merupakan pemeriksaan kuantitatif secara *sandwich enzyme immunoassay*. Antibodi monoklonal spesifik untuk CysC sebelumnya dilapisi ke *microplate*. Standar dan sampel dipipet ke dalam *well* jika terdapat CysC maka akan diikat oleh antibodi. Setelah pencucian substansi yang tidak berikatan, sebuah enzim pengikat antibodi monoklonal spesifik/*enzyme-linked monoclonal antibody specific* untuk CysC ditambahkan ke dalam *well*. Kemudian dilakukan lagi pencucian untuk membuang reagen antibodi-enzim yang tidak berikatan, lalu larutan substrat ditambahkan ke dalam *well* dan warna yang terbentuk secara proporsional menunjukkan jumlah CysC yang berikatan pada tahap awal. Pembentukan warna dihentikan dan intensitas warna diperiksa.

Pemeriksaan imunologi mengukur CysC ditemukan oleh Loberg dan Grubb pada tahun 1979 dengan metode *enzyme-amplified single radial immunodiffusion*. Metode ini mempunyai batas deteksi 30 µg/L. Metode lainnya untuk

mendeteksi CysC ditemukan beberapa tahun kemudian, berdasarkan *radio, fluorescent, dan enzymatic immunoassay*. Batas pemeriksaan untuk metode ini adalah antara 0,13-1,9 µg/L nilai referensi diidentifikasi dari laki-laki dan perempuan. Metode awal pemeriksaan CysC ini termasuk radial immunodifusi dan enzim *immunoassay* membutuhkan waktu yang lama, dan presisinya rendah. Metode terakhir yang ditemukan adalah *automated homogeneous immunoassay* menggunakan latex atau partikel *polystyrene* yang dilapisi dengan antibodi CysC spesifik. Ada dua versi berbeda untuk metode *latex immunoassay*, pertama berdasarkan metode *particle-enhanced turbidimetric immunoassay* (PETIA) yang ditemukan oleh Kyhse-Anderson *et al* pada tahun 1994, dan metode kedua berdasarkan nefelometri (*particle-enhanced nephelometric immunoassay* (PENIA) yang diperkenalkan oleh Dade Behring GmbH tahun 1997.

### Hasil dan Pembahasan

Pengaruh paparan Pb di udara terhadap kadar Pb darah dan pengaruh kadar Pb darah terhadap Hemoglobin darah dan Cystatin C serum yang dianalisis dengan menggunakan uji regresi linier dengan hasil sebagai berikut.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa ada pengaruh antara kadar Pb di udara terhadap kadar Pb darah ( $\beta=0,667$ ;  $p=0,000$ ). Dan kebiasaan merokok juga berpengaruh terhadap kadar Pb darah ( $\beta=0,620$ ;  $p=0,000$ ). Jadi dapat dikatakan bahwa semakin tinggi paparan Pb di udara maka semakin tinggi pula

**Tabel 1.** Pengaruh Paparan Pb di Udara terhadap Kadar Pb Darah dan Pengaruh Kadar Pb darah terhadap Hemoglobin Darah dan Cystatin C Serum

	Pb darah		Hemoglobin darah		Cystatin C serum	
	$\beta$	p	$\beta$	p	B	P
Pb udara	0.667	0.000				
Kebiasaan merokok	0.620	0.000				
Status gizi	0.189	0.133				
Umur	-0.109	0.359				
Pb darah			-0.609	0.008	0.348	0.035
Kebiasaan merokok			0.203	0.360	-0.264	0.118
Status gizi			-0.041	0.831	0.532	0.001
Umur			-0.382	0.034	0.327	0.017

Sumber : Data Primer

\*\* $p<0,01$  (sangat signifikan) \* $p<0,05$  (signifikan)

kadar Pb darah dan semakin tinggi jumlah rokok yang dihisap perhari dalam setahun maka semakin tinggi pula kadar Pb darah pada pekerja bengkel pengecatan di Surabaya. Umur dan status gizi tidak mempengaruhi kadar Pb darah pekerja bengkel pengecatan di Surabaya.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ayub (2005), yang menunjukkan bahwa ada hubungan bermakna antara Pb darah dengan Pb di udara ( $r=0.815$ ,  $p<0.05$ ). Analisa regresi linear seterusnya mendapati Pb darah meningkat sebanyak  $0.22 \mu\text{g/dl}$ . Pb di udara menyumbangkan sebanyak 66.3% variasi di dalam Pb darah. Juga sejalan dengan penelitian Rustanti (2011), yang menyatakan bahwa ada hubungan antara kebiasaan merokok dengan kadar Pb darah dengan nilai  $p=0,031$  dengan arah hubungan positif. dan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hasan Dkk, 2013 menunjukkan bahwa kadar Pb darah juga dipengaruhi kebiasaan merokok dengan nilai  $p=0,03$

Hasil penelitian menunjukkan kadar Pb di udara di bagian pengecatan lebih tinggi di bandingkan dengan bagian administrasi dan bahkan melebihi NAB yang telah ditetapkan oleh menteri tenaga kerja melalui permenakertrans, no. 13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja yaitu 0,05 ppm untuk Pb udara, dengan paparan Pb di udara bagian pengecatan 0,065372 lebih besar daripada bagian administrasi yaitu hanya 0.000522, penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliningsih (2011), yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar Pb udara antara bengkel resmi dengan bengkel non resmi dengan nilai  $p=0,046$ . dan penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Laila Faizah yang meneliti di pabrik sel aki yang sangat rentan akan paparan Pb di mana Pb udara berbeda jauh pada antara sebelum aktivitas bekerja dilakukan yaitu 0,20 Ppm di bandingkan dengan setelah di mulai bekerja yaitu 0,52 Ppm. Dari hasil penelitian di atas menyatakan bahwa daerah yang terpapar Pb akan memiliki Pb udara yang lebih tinggi di bandingkan dengan daerah yang tidak terpapar Pb.

Tingginya Pb di udara bagian pengecatan ini di karenakan penggunaan cat

yang mengandung Pb sebagai pigmen pewarna dalam cat seperti Pb kromat ( $\text{PbCrO}_4$ ), Pb kromat molibdat ( $\text{Pb}_2\text{Cr}_2\text{Ho}_2\text{O}_{11}$ ), dan Pb sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *International Organization Promoting Safe Chemical Policies and Practices that Protect Human Health and the Environment* yang menyatakan bahwa Sekitar 77% dari sampel cat dijual di Indonesia setelah diuji mengandung Pb di atas 90 ppm dengan kadar rata - rata yang ditemukan yaitu 17.300 ppm, atau hampir 200 kali lipat dari tingkat yang disarankan yaitu 90 ppm.

Terjadinya pencemaran udara dapat melalui beberapa proses seperti atrisi, penguapan dan pembakaran, pencemaran udara di bengkel pengecatan merupakan akibat dari proses pengecatan kendaraan dalam ruangan sehingga ruangan administrasi yang tidak terkait secara langsung dengan aktivitas pengecatan ini tidak terpapar oleh Pb yang berasal dari cat.

Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa kadar Pb darah pekerja bagian pengecatan lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja bagian administrasi. Dengan rata-rata kadar Pb darah kelompok terpapar  $11,20 \mu\text{g/dl}$  sedangkan pada kelompok tidak terpapar  $8,25 \mu\text{g/dl}$  dan sebagian besar kadar Pb darah kelompok terpapar melebihi standar yang telah ditentukan yaitu  $10 \mu\text{g/dl}$ . Menurut Palar (2012), Peningkatan Pb darah diakibatkan oleh keterpaparan Pb udara, ini di karenakan Pb yang masuk kedalam darah melalui saluran pernapasan, kulit dan ingesti akan terakumulasi 95 % ke darah dan absorpsi Pb terbesar ialah melalui pernapasan sehingga Pb di udara menyumbang sebagian besar Pb di dalam darah.

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa ada pengaruh antara kadar Pb darah dan umur dengan kadar hemoglobin darah dengan pengaruh Pb terhadap hemoglobin ( $\beta=-0,609$ ;  $p=0,008$ ), dan pengaruh umur terhadap Pb darah ( $\beta=-0,382$ ;  $p=0,034$ ). Jadi dapat diketahui bahwa melalui kadar Pb darah bahwa semakin tinggi paparan Pb udara maka semakin rendah kadar hemoglobin darah dan semakin tua umur maka semakin rendah kadar hemoglobin darah.

Berdasarkan penelitian ini menunjukkan



bahwa kadar hemoglobin darah pekerja bagian pengecatan lebih rendah di bandingkan dengan pekerja bagian administrasi. Dengan rata-rata kadar hemoglobin darah kelompok terpapar 12,97 g/dL, sedangkan pada kelompok tidak terpapar 14,77 g/dL dan sebagian besar kadar Hemoglobin darah kelompok terpapar kurang dari syarat Hemoglobin darah normal yaitu 13,2-17,3g/dL.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang di lakukan oleh Riskiawati (2012), yang menunjukkan bahwa ada hubungan bermakna antara Pb darah dengan kadar hemoglobin darah dengan nilai  $p=0,041$  dan ada hubungan antara Pb darah dengan umur dengan nilai  $p=0,036$ . Timbal dalam darah akan berikatan dengan eritrosit, sehingga dapat menghambat aktivitas enzim oksidase (Yulaipi, 2013). Adanya Pb dalam darah dapat mengikat ALAD (*aminolevulinic acid dehidrase*), suatu enzim yang di perlukan dalam metabolisme pembentukan sel darah merah dan membuangnya lewat urine. Itulah sebabnya semakin tinggi kadar Pb.B maka semakin tinggi pula kadar ALA dalam urine (ALA-U) dan semakin rendah ALAD dalam darah, sehingga banyaknya Pb darah bertanggung jawab atas kekurangan hemoglobin dalam darah. Keberadaan timbel dalam tubuh dapat mengganggu sistem hemopoetik pada sintese heme melalui tiga mekanisme, yakni mengganggu penyatuan Glycine dan Succinyl Co-Enzyme A, melalui depresi terhadap delta- ALAD, dan melalui gangguan terhadap enzim Ferrochelataase yang berfungsi melekatkan besi (Fe) terhadap protoporphyrin yang kemudian menjadi heme sebagai bagian dari hemoglobin (Malaka, 2012), dan hal ini juga di ungkapkan oleh Lubis (2013), yang menyatakan bahwa timbal juga menghambat enzim asam  $\delta$ -aminolevulinat dehidrase dan ferrokelataase, sehingga enzim asam  $\delta$ -aminolevulinat dehidrase tidak dapat mengubah porfobilinogen, akibatnya besi tidak dapat memasuki siklus protoporfirin menyebabkan berkurangnya sintesis heme sehingga terjadi anemia.

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa ada pengaruh antara kadar Pb darah, umur dan status gizi dengan kadar Cystatin c serum darah dengan pengaruh Pb terhadap

cystatin c serum ( $\beta=0,348;p=0,035$ ), dan pengaruh status gizi terhadap Cystatin C serum ( $\beta=0,532;p=0,001$ ) serta pengaruh umur terhadap cystatin C serum ( $\beta=0,327;p=0,017$ ) Jadi dapat diketahui bahwa semakin tinggi kadar Pb darah maka semakin tinggi pula kadar cystatin C serum dan semakin semakin tinggi indeks massa tubuh semakin tinggi pula kadar cystatin C, serta semakin tua umur maka semakin tinggi juga kadar cystatin C serum.

Organ ginjal memiliki kapasitas lebih tinggi dalam mengikat bahan kimia, sehingga bahan kimia lebih banyak terkonsentrasi pada organ ginjal jika dibandingkan dengan organ lainnya (Mukono, 2010). Walaupun berat ginjal hanya sekitar 0,5% dari total berat badan, tetapi ginjal menerima darah sebesar 20%- 25% dari curah jantung melalui arteri renalis. Tingginya aliran darah yang menuju ginjal inilah yang menyebabkan berbagai macam obat, bahan kimia, dan logam- logam berat dalam sirkulasi sistemik dikirim ke ginjal dalam jumlah yang besar. Zat-zat toksik ini akan terakumulasi di ginjal dan menyebabkan kerusakan bagi ginjal itu sendiri. Oleh sebab itu, Pb yang masuk kedalam darah yang kemudian di eksresikan melalui ginjal akan terakumulasi menahun di dalam ginjal, sehingga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan tubulus proksimal sehingga meningkatkan Cystatin C serum. Menurut Palar (2012), paparan tinggi terhadap senyawa Pb anorganik dapat merusak ginjal, yaitu terjadinya kerusakan pada tubulus proksimal ginjal, sedang pengaruh selanjutnya pada paparan kadar tinggi dan waktu yang lama adalah terjadinya interstitial fibrosis, sclerosis dari pembuluh dan atrofi glomerulus.

Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa kadar cystatin C serum pekerja bagian pengecatan lebih tinggi di bandingkan dengan pekerja bagian administrasi. Dengan rata-rata kadar cystatin C serum kelompok terpapar 1,08 mg/L sedangkan pada kelompok tidak terpapar 0,84 mg/L dan sebagian besar kadar cystatin C serum darah kelompok terpapar melebihi standar yang telah ditentukan yaitu  $>0,53-1,01\text{mg/L}$ . Menurut Palar (2012), Pemaparan tinggi terhadap senyawa Pb anorganik dapat merusak ginjal, yaitu terjadinya kerusakan pada tubulus proksimal ginjal, sedang pengaruh selanjutnya pada paparan kadar

tinggi dan waktu yang lama adalah terjadinya interstitial fibrosis, sclerosis dari pembuluh dan atrofi glomerulus. Organ ginjal memiliki kapasitas yang lebih tinggi dalam mengikat bahan kimia, sehingga bahan kimia lebih banyak terkonsentrasi pada organ ginjal jika dibandingkan dengan organ lainnya.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dellyani (2010), ternyata paparan Pb secara inhalasi selama 30 hari dapat menyebabkan kerusakan tubulus proksimal ginjal mencit Balb/c secara mikroskopis, berupa penyempitan dan penutupan lumen tubulus proksimal pada kelompok P1, P2, P3 dibandingkan dengan kelompok perlakuan control ( $p < 0,05$ ). Hal ini sesuai dengan teori bahwa proses ekskresi timbal yang berlangsung di ginjal dapat menimbulkan dampak buruk bagi ginjal itu sendiri.

Hal ini juga sejalan dengan penelitian Bashir et al yang menyatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan kadar cystatin C antara kelompok obese, overweight dan kelompok kontrol baik pada Laki-laki maupun Perempuan dimana kadar cystatin C lebih tinggi pada kelompok obese dibandingkan kelompok overweight dan kelompok kontrol. Pada obesitas berdasarkan IMT diketahui bahwa adipositas tidak hanya berfungsi sebagai tempat untuk penyimpanan *triacylglycerol*, tetapi mampu memproduksi dan mensekresikan sejumlah protein termasuk cystatin C yang memengaruhi berbagai proses fisiologis.

Kelompok obesitas lebih berisiko terkena gangguan ginjal dibandingkan kelompok normoweight. Peningkatan risiko *Early Stage Renal Disease* (ESRD) pada BMI yang tinggi dan obesitas adalah lima kali lebih tinggi dibandingkan individu dengan berat badan normal. Lemak visceral, resistensi insulin dan inflamasi berkorelasi kuat dengan terjadinya CKD dan ESRD pada obesitas (Zoccali, 2010). Penelitian sebelumnya di *University of California, San Fransisco* juga menemukan bahwa ada hubungan yang kuat antara obesitas dengan perjalanan terjadinya CKD atau ESRD. Mereka menyimpulkan bahwa risiko gagal ginjal pada responden overweight hampir dua kali lebih besar daripada responden berat badan normal dan responden yang obese dengan IMT  $40 \text{ kg/m}^2$  atau lebih memiliki risiko tujuh kali

lebih besar menderita gagal ginjal.

Nurbaya (2010), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pekerja dengan status gizi lebih mempunyai kadar timah hitam lebih besar dengan nilai  $p=0,001$ . Naour (2009), dalam penelitiannya pada subyek obesitas (IMT :  $34,7 \pm 0,29 \text{ kg/m}^2$ ) menemukan bahwa level cystatin C meningkat pada obesitas. Cystatin C mRNA diekspresikan dalam jaringan subkutan dan adiposa omentum dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan jaringan non adiposa. Peningkatan ini bisa muncul dari adiposit yang membesar dan atau dari sel SVF termasuk makrofag yang mengekspresikan cystatin C mRNA dan menyusup pada jaringan adiposa. Mereka menyimpulkan bahwa cystatin C menambah daftar faktor baru molekul bioaktif yang disekresikan oleh jaringan adiposa untuk implikasi obesitas dan komplikasi terkait obesitas. Pada penelitian terhadap populasi dewasa yang menderita *overweight* dan obesitas di Amerika Serikat oleh Muntner (2008), juga didapatkan hubungan yang kuat antara IMT dengan peningkatan kadar cystatin C sebagai biomarker ESRD.

Walaupun berat ginjal hanya sekitar 0,5% dari total berat badan, tetapi ginjal menerima darah sebesar 20%- 25% dari curah jantung melalui arteri renalis. Tingginya aliran darah yang menuju ginjal inilah yang menyebabkan berbagai macam obat, bahan kimia, dan logam-logam berat dalam sirkulasi sistemik dikirim ke ginjal dalam jumlah yang besar. Zat-zat toksik ini akan terakumulasi di ginjal dan menyebabkan kerusakan bagi ginjal itu sendiri. Oleh sebab itu Pb yang masuk ke dalam darah yang kemudian diekskresikan melalui ginjal akan terakumulasi menahun di dalam ginjal sehingga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan tubulus proksimal sehingga meningkatkan Cystatin C serum.

Pengaruh kadar Pb darah terhadap keluhan kesehatan di analisis menggunakan uji statistik regresi logistik. Analisis pengaruh kadar Pb darah terhadap keluhan kesehatan yang meliputi gangguan pencernaan, gangguan sistem saraf, gangguan hematologis dan gangguan ginjal dapat dilihat pada tabel 2

Berdasarkan tabel 2, ada pengaruh keluhan gangguan ginjal ( $\beta=0,572; p=0,038$ ) dan hematologis ( $\beta=0,816; p=0,020$ ) dengan

**Tabel 2** Analisis Pengaruh Kadar Pb Darah terhadap Keluhan Kesehatan Pekerja Pengecatan Mobil di Surabaya tahun 2015

Variabel	Gangguan Pencernaan		Gangguan Ginjal		Gangguan Hematologis		Gangguan Sistem Saraf Tepi	
	$\beta$	P	B	P	$\beta$	p	B	P
Kadar Pb Darah	0.004	0.990	0.572	0.038*	0.816	0.020*	-0.022	0.944
Kebiasaan Merokok	0.005	0.511	-0.004	0.539	-0.011	0.119	0.000	0.902
Status gizi	0.194	0,265	0.153	0.411	-0.102	0.572	0.027	0.883
Umur	0.004	0.948	-0.003	0.951	-0.021	0.688	-0.031	0.582

Sumber : Data Primer

\*\*p&lt;0,01 (sangat signifikan) \*p&lt;0,01 (signifikan)

kadar Pb darah sedangkan untuk keluhan gangguan pencernaan dan SSP tidak ditemukan pengaruh oleh kadar Pb darah, umur, status gizi dan kebiasaan merokok.

Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar keluhan pada kelompok terpapar adalah gangguan ginjal dan hematologis (75,00%), sedangkan pada kelompok tidak terpapar relatif tidak menunjukkan adanya keluhan kesehatan yang signifikan karena persentasenya tidak lebih besar dari 50%.

### Penutup

Timbal di udara bagian pengecatan memiliki kadar yang lebih tinggi yaitu 0,000522 ppm, sedangkan kadar Pb di ruang pengecatan mobil sebesar 0,065372 ppm, dan kadar Pb darah kelompok terpapar lebih tinggi dengan rerata 11,20 ppm di bandingkan dengan kelompok tidak terpapar yaitu 8,25 ppm begitu pula kadar Hemoglobin pada kelompok terpapar yaitu lebih rendah dengan rerata pada kelompok terpapar yaitu 12,97 g/dL dibandingkan pada kelompok tidak terpapar 14,77 g/dL dan kadar Cystatin C serum pada kelompok terpapar lebih besar dengan rerata 1,08 dan kelompok tidak terpapar 0,84 dan berdasarkan analisis data diperoleh hasil yaitu Kadar Timbal darah dipengaruhi oleh kadar Timbal diudara, kadar Hemoglobin dan Cystatin C serum di pengaruhi oleh kadar Timbal darah dan keluhan kesehatan yang di pengaruhi oleh kadar Timbal dalam darah adalah gangguan hematologis dan gangguan ginjal pada pekerja di bengkel pengecatan.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat, karunia dan Hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pekerja bengkel pengecatan mobil yang telah bersedia menjadi responden dalam penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Ayub, Ismail.. 2005. Aras plumbum darah dan faktor-faktor yang mempengaruhi dikalangan pekerja kilang pembuat bateri. *Jabatan kesihatan masyarakat, 2005 Jilid II*
- Bashir R, et al. (2010). Effect of Body Mass Index on Serum Cystatin C in Healthy Subjects. *Pak J Med Health Sci oct-dec, 4(4):392-396*.
- Clark, et al. 2009. Lead levels in new enamel household paints from Asia. *Africa and South America Environmental Research, 109: 930-936*.
- Hasan., dkk. 2013. Pengaruh jenis kelamin dan kebiasaan merokok terhadap kadar timbal darah. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional : 8(4)*
- Laila., 2012. kadar timbal darah dan keluhan kesehatan pada operator wanita spbu. *Jurnal Kesehatan Reproduksi, 1(4) : 41-49*
- Lubis, dkk. 2013. Hubungan keracunan timbal dengan anemia defisiensi besi pada anak. *Jurnal CDK 40 (1)*
- Mifbakhuddin., 2007. Hubungan kadar pb dalam darah dengan profil darah Pada petugas operator stasiuin pengisian bahan bakar umum di kota semarang timur. *jurnal kesehatan masyarakat indonesia, 4(2)*
- Malaka, Iryani., 2012. Hubungan kadar timbeldalam darah dengan kadar hemoglobin dan hematokrit pada petugas pintu tol jagorawi.



- Jurnal kesehatan masyarakat* vol 6(1).
- Muntner P, et al. 2008. Overweight and Obesity and Elevated Serum Cystatin C Levels in US Adults. *AnJ.Med*, 121(4):341-348.
- Nurbaya, Wijayanti., 2010. Faktor risiko yang berhubungan dengan timah hitam dalam darah. *Kemas* 6 (1) : 51-56
- Naour N *et al.* 2009. Potential Contribution of Adipose Tissue to Elevated Serum Cystatin C in Human Obesity. *Obesity*, 17(12):2121-2125.
- Palar, Heryando. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta
- Rustanti, Mahawati.. 2011. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kadar timbal dalam darah pada sopir angkutan umum jurusan karang ayu-penggaron di kota Semarang. *Jurnal Visikes* vol 10 (1)
- Riskiawati.,\ 2012. faktor-faktor yang berhubungan dengan kadar hemoglobin (Hemoglobin) dalam darah pada tukang becak di pasar mranggen demak. *Jurnal kesehatan masyarakat*, 2(1) : 663-669
- Sudarmaji, Corie, Mukono. 2006. Toksikologi logam berat B3 dan dampaknya bagi kesehatan. *Jurnal kesehatan lingkungan* 2(2): 129-142
- Spivey A. 2007. The weight of lead: effects add up in adults. *Environmental Health Perspectives.*;115(11):A31-A36.
- Yulaipi, Aunurohim. 2013. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan hubungannya dengan laju pertumbuhan ikan mujair (*oreochromis mossambicus*). *Jurnal sains dan semi pormits* 2(2): 2337-3520
- Yuliningsih. 2010. *Paparan Plumbum (Pb) pada pekerja bengkel sepeda motor dan dampaknya terhadap kadar Pb darah, Hb darah dan tekanan darah*. 2010. (internet) [cited 2015 April]. Available from: [library@lib.unair.ac.id](mailto:library@lib.unair.ac.id).
- Zoccali C. 2009. Overweight, Obesity and Metabolic Alterations in Chronic Kidney Disease. *Biol. Med. Sci*, XXX(2):17-31.